

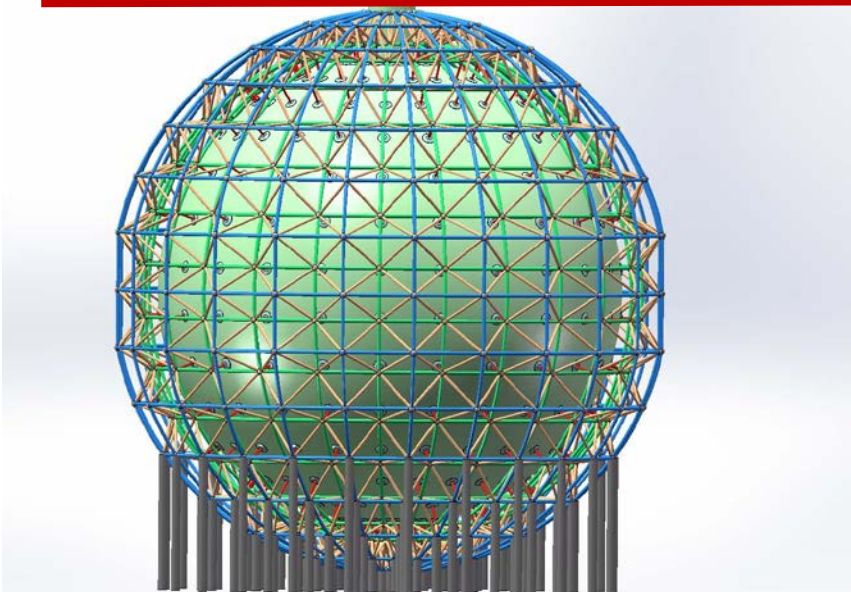
大尺寸PMT读出前放设计

严雄波，魏微，吴文欢，江晓山，王佩良，胡俊

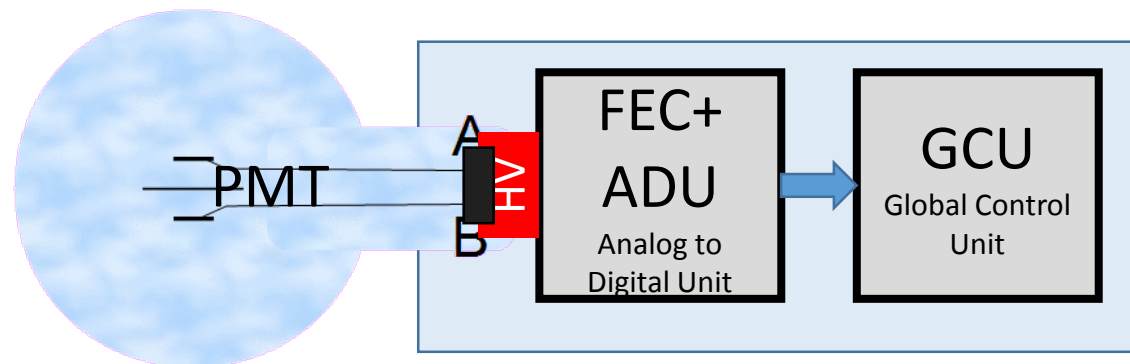
中科院高能所

核探测与核电子学国家重点实验室

应用项目背景

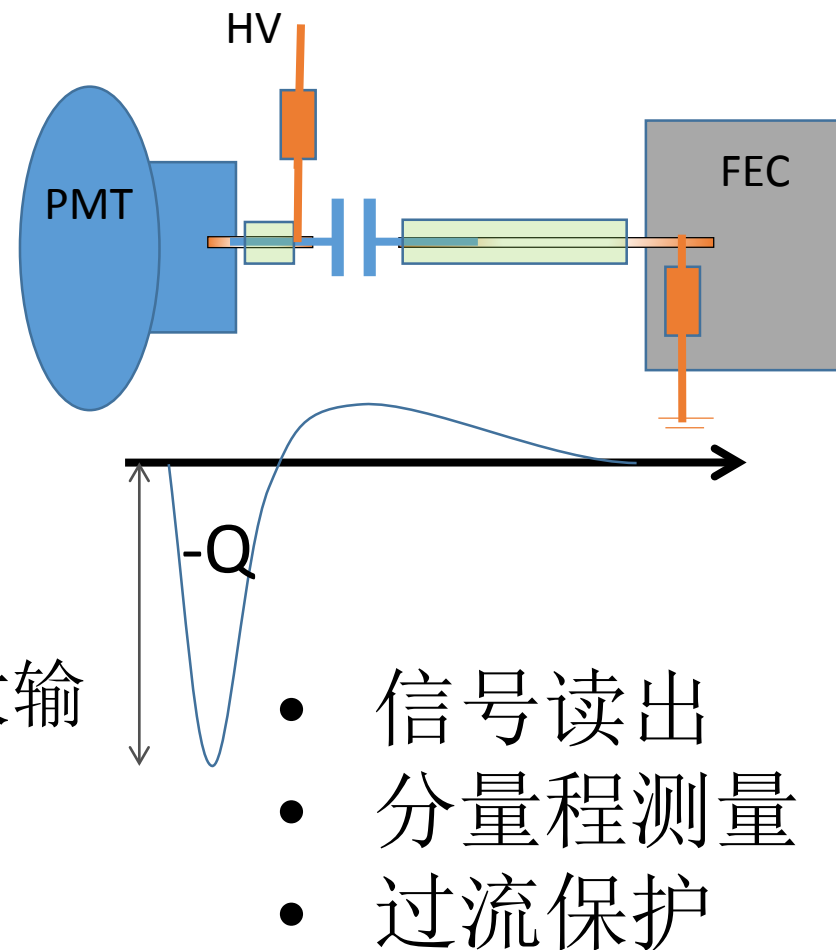


- 应用：江门中微子实验（JUNO）
- 光电转换：20" Dynode PMT，20" MCP-PMT
- 探测器信号能量动态范围大
- MCP-PMT光阴极面积大，输出能力很强，增益大（ 10^7 ），信号快
- 1GSps全波形采样



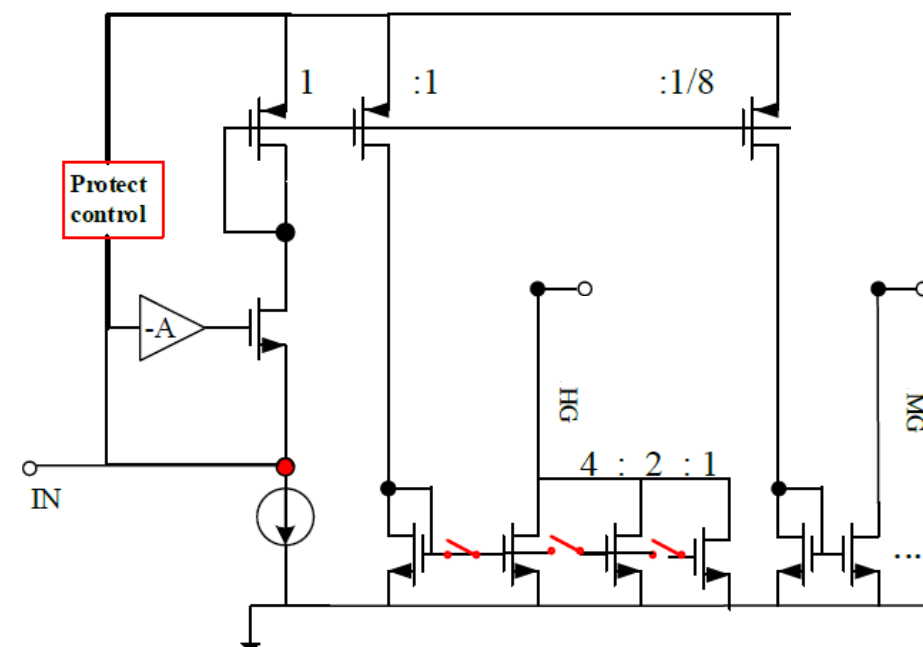
信号特点

- 负脉冲，单极性
- 前沿1.5~2ns，后沿~10ns
- 信号-3dB带宽：~200MHz
- 测量电荷范围（增益 10^7 ）：1-4000pe
- 测量幅度范围：1pe-1000pe(150uA-150mA)
- 能量分辨：0.1pe@1pe ~ 1%@>100pe
- 探测器输出信号范围>>1000pe ,MCP-PMT最大输出>1A
- 商用运放输出摆幅和输出电流能力有限



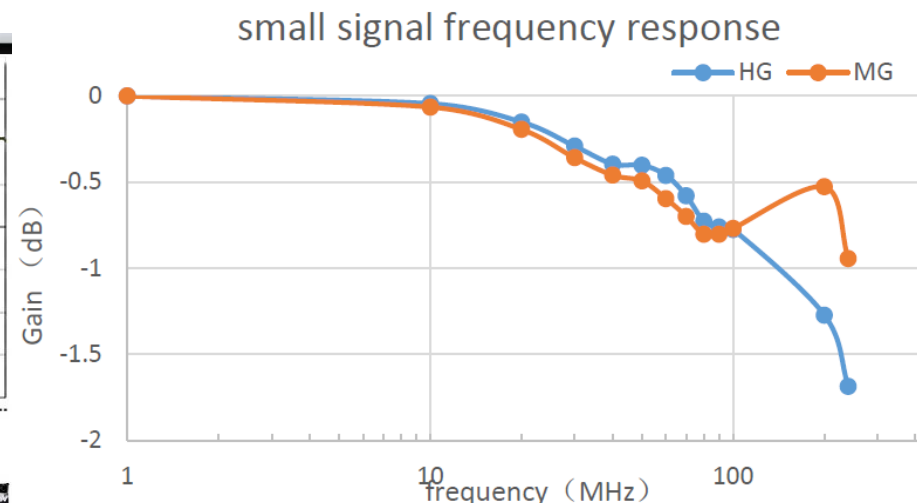
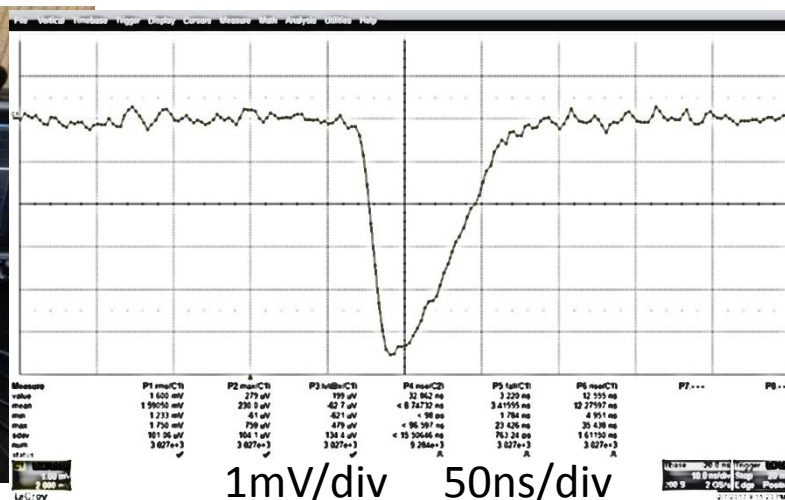
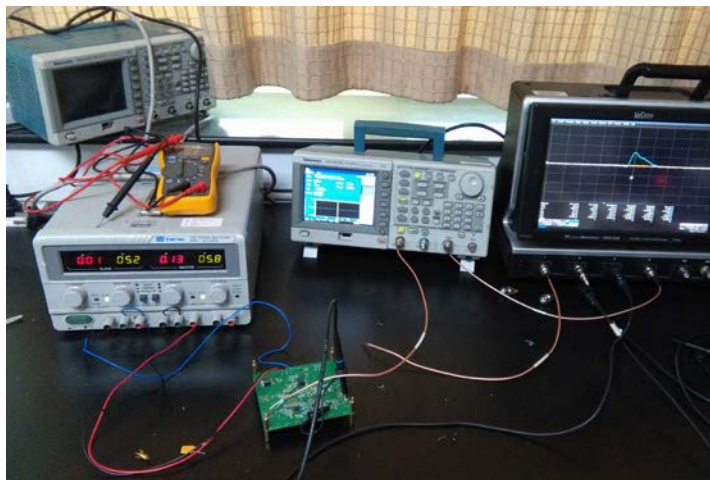
芯片设计

- 电源: 3.3V
- 动态范围: 150uA-150mA
- 量程: 1, 1/8
- -3dB带宽: 200MHz
- 功耗: 100mW
- 通道数: 1
- 最大吸收信号电流能力: >0.5A
- 封装: QFN40

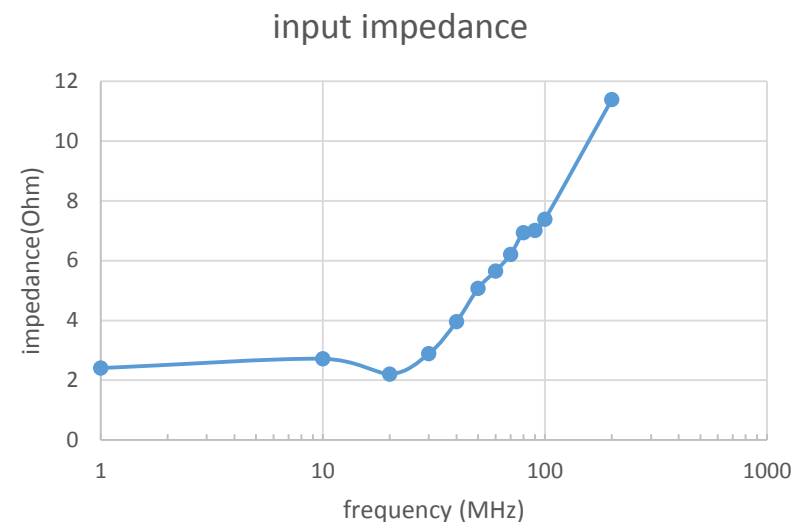
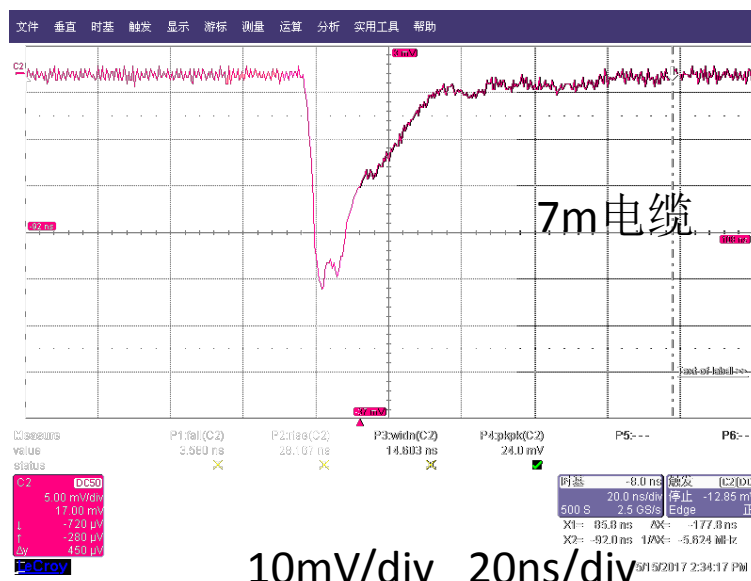


- 结构简单，带宽受增益影响小，量程间影响小
- 输入阻抗小，承受大信号冲击能力强
- 片内保护，超过量程部分电流从保护支路通过
- 电流输出端依靠MOS大信号时进入线性区，有一定的限流功能
- 增益3 bit 可调节，适应PMT增益的不一致性

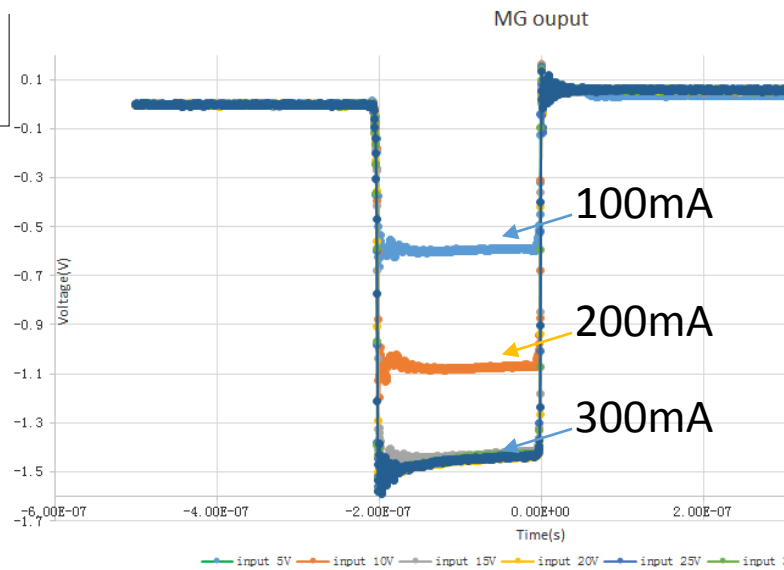
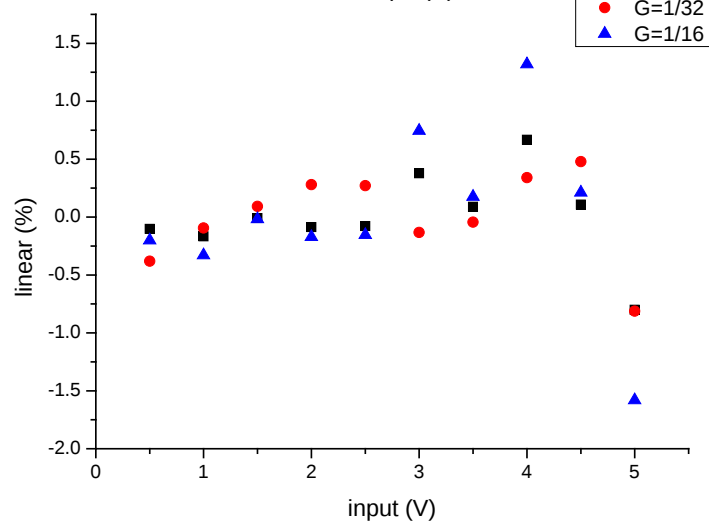
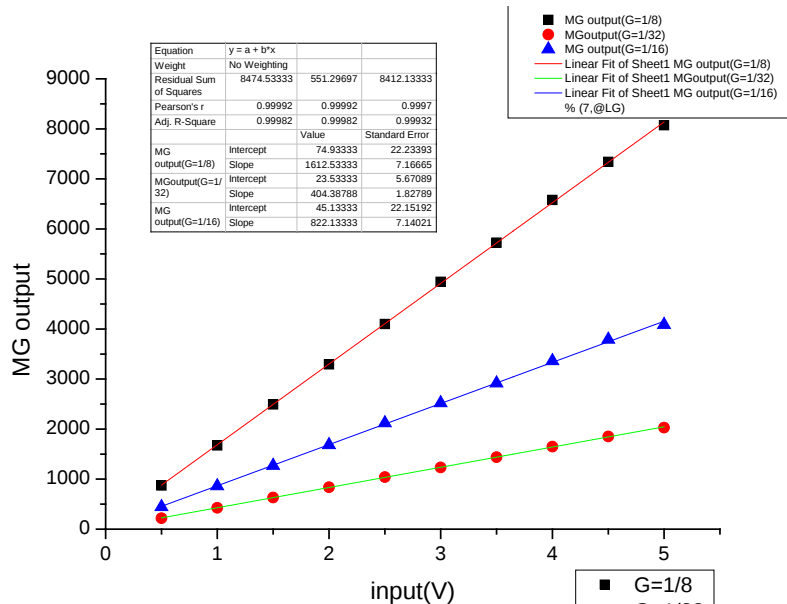
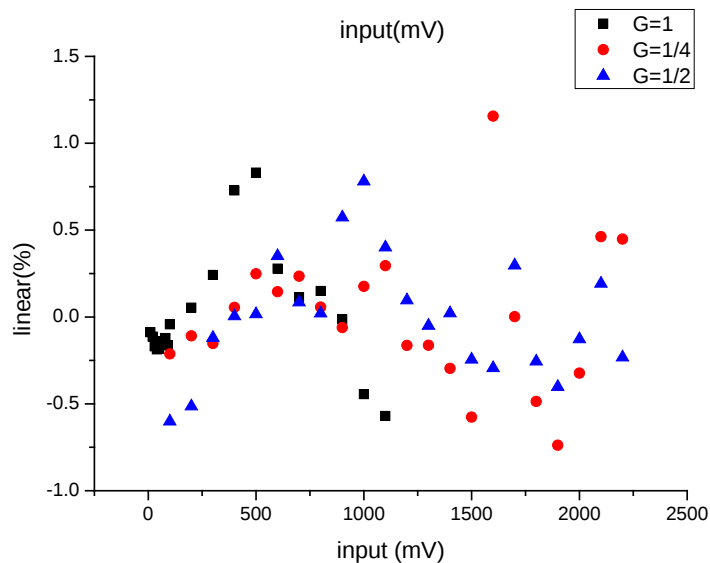
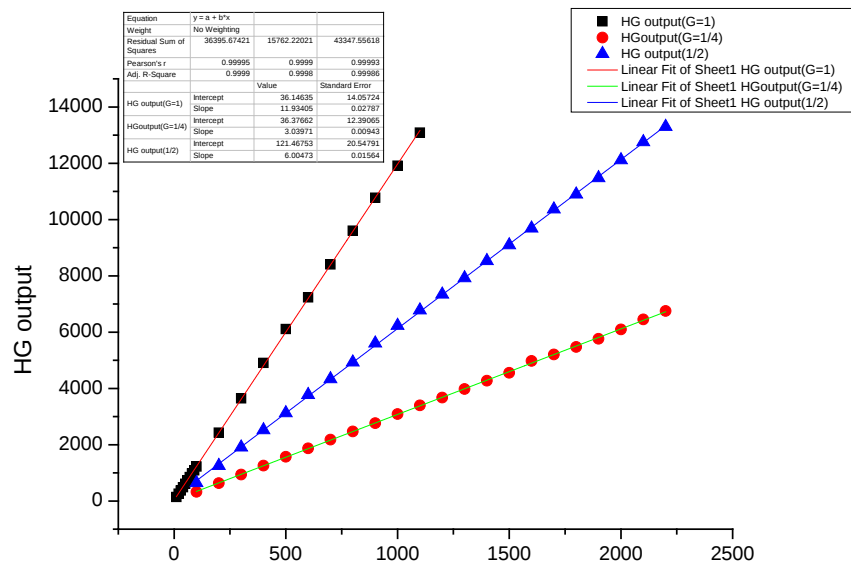
测试



- 噪声RMS: 4uA~0.03pe
- -3dB带宽~250MHz（受限于产生器）
- 输入阻抗随频率变化
- 最大输入信号吸收能力: 100ns, 1A



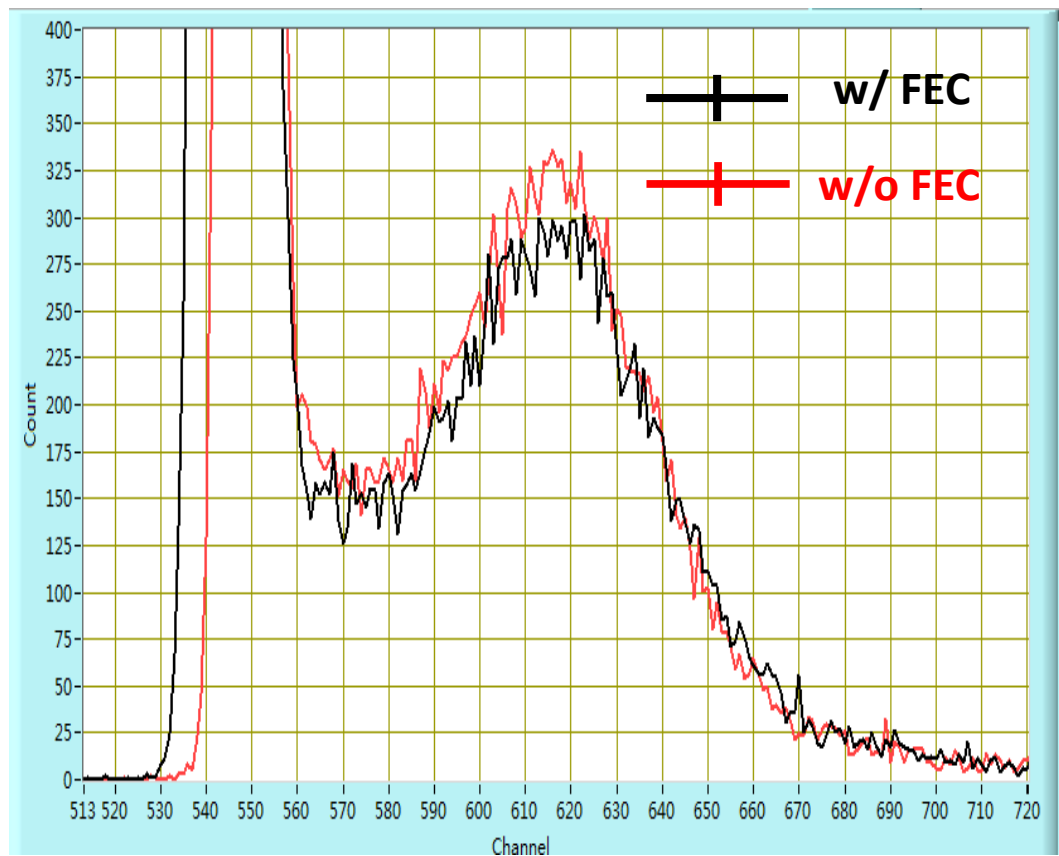
线性



- HG=0.9,0.45,0.225
- MG=0.12,0.06,0.03
- 非线性: <1.5% (输入0-5V)
- 70块芯片增益不一致性~1%
- 最大输入信号~250mA

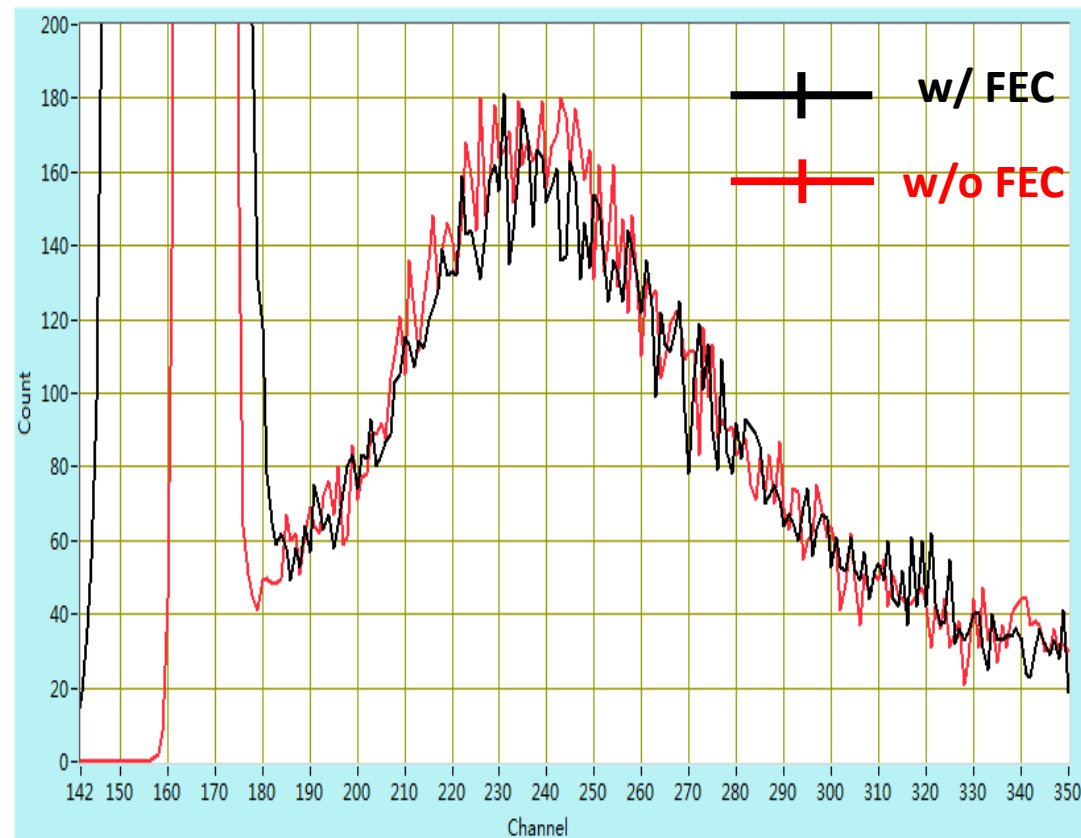
SPE测试

Dynode PMT



噪声贡献: 0.035pe

MCP-PMT



噪声贡献: 0.074pe

总结

- 应用于大尺寸PMT信号读出前放，适合带宽高，大信号处理
- 现有测试主要指标能够满足实验要求